

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年1月20日 (20.01.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/005888 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F23R 3/42, F02C 7/18
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/016484
(22) 国際出願日: 2003年12月22日 (22.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-196247 2003年7月14日 (14.07.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒108-8215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高谷 拓也 (TAKAYA, Hiroya) [JP/JP]; 〒676-8686 兵庫県高砂市

荒井町新浜2丁目1番1号三菱重工業株式会社高砂製作所内 Hyogo (JP). 寺崎 正雄 (TERASAKI, Masao) [JP/JP]; 〒676-8686 兵庫県高砂市 荒井町新浜2丁目1番1号三菱重工業株式会社高砂製作所内 Hyogo (JP).

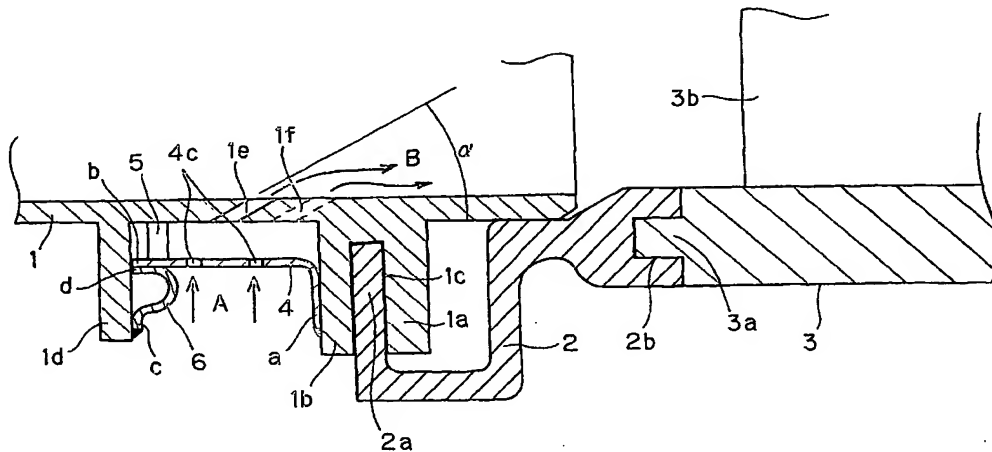
(74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒540-0032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: COOLING STRUCTURE OF GAS TURBINE TAIL PIPE

(54) 発明の名称: ガスタービン尾筒の冷却構造





(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

ガスタービン尾筒の冷却構造

技術分野

本発明は、ガスタービン尾筒の出口を冷却空気により冷却する構造に関するものである。

背景技術

従来より、ガスタービンにおいては、燃焼器で発生した高温高圧の燃焼ガスを、タービン部に効率的に導くための尾筒が取り付けられている。このような尾筒の入口部分は、燃焼ガスが発生する内筒と接続される形状となっており、また出口部分は、タービンのフローパスへ接続される形状となっている。そして、尾筒胴部は、冷却穴を有する板を組み合わせた溶接構造となっている。さらに、出口部分には補強のためのリブが設けられている。

また、尾筒出口の内径及び外径側には、それぞれ尾筒シールが配設されており、タービン部との接続部分からの冷却空気の漏れを抑制する働きをしている。このように、尾筒出口部分に冷却空気を導入し、また尾筒シールにて冷却空気の漏れを防止することにより、圧縮機出口空気を用いた尾筒出口の冷却を行っている。以下に、従来のガスタービン燃焼器の構成を図面を参照しながら改めて説明する。

図 8 は、従来のガスタービン燃焼器を示す全体構成図である。また図 9 は、その燃焼器尾筒を出口側から見た斜視図である。図 8 において、ガスタービン燃焼器 100 は、円筒形状の内筒 110 と、その開口部 111 に嵌め合わされる尾筒 120 とを含んで構成されている。この尾筒 120 は、円筒形状を有する部材から成り、その入口部 121 には、内筒 110 の開口部 111 が挿入され嵌め込まれている。

尾筒 120 は、その入口部 121 から徐々にその断面積を狭め、図 9 に示すように、その出口部 122 は扇形に湾曲した長方形状となっている。なお、上述したような、尾筒胴部での冷却穴を有する板を組み合わせた溶接構造については、

図示を省略している。この尾筒 120 の出口部 122 は、その外周に凹型断面形状を有する環状のシール支持部 123 を備えている。このシール支持部 123 は、尾筒 120 の出口部 122 に嵌め込まれ、溶接によって固定設置されている。

図 8 に戻って、ガスタービン燃焼器 100 は、その尾筒 120 の出口部 122 を、タービン 200 の燃焼通路 210 に接続して設置されている。この燃焼通路 210 の入口は、タービン 1 段静翼 220 をその両端から支持する内側シュラウド 230 と外側シュラウド 240 とによって形成されている。尾筒 120 は、この燃焼通路 210 の入口にその出口部 122 を位置しつつ、車室（図示省略）に固定されている。この尾筒 120 の出口部 122 とタービン 200 の燃焼通路 210 との隙間は、y 字型断面形状を有する環状のシール部材 125 によって封止されている。

このシール部材 125 は、そのカギ状の先端部 126 を尾筒 120 の出口部 122 が備えるシール支持部 123 の凹部に差し込み、その二股部 127 をタービン 1 段静翼 220 のシュラウド 230, 240 に嵌め合わせて設置されている。このガスタービン燃焼器 100 において、内筒 110 にて生成されて点火された予混合気は、尾筒 120 の燃焼室 128 に噴出されて燃焼し、高温の燃焼ガスとなる。この燃焼ガスは尾筒 120 内を進み、その出口部 122 から矢印 C のように、タービン 200 の燃焼通路 210 に吹き出される。

このような尾筒の冷却構造の具体例として、ガスタービンの冷却パネルが開示されている（例えば、特表 2002-511126 号公報参照。）。また、ガスタービン燃焼器が開示されている（例えば、特開 2003-65071 号公報参照。）。

しかしながら、上述したような従来の尾筒冷却構造では、尾筒出口部分の冷却効果にムラがあり、ここが燃焼ガスにさらされ加熱されることにより、変形が生じる恐れがある。

発明の開示

本発明は、このような問題点に鑑み、簡単な構成で、尾筒出口部分の冷却効果を向上させることが可能な、ガスタービン尾筒の冷却構造を提供することを目的

とする。

上記目的を達成するために、本発明では、尾筒の出口部分近傍でガスタービン内径側の外側に、尾筒の主流直角方向に二つの突起を設置し、その突起の間に、一つの突起にのみ固定された多孔板を設けた。

また、尾筒の出口部分近傍でガスタービン内径側の外側に、片持ちで固定されたインピンジメント冷却板を設け、そのインピンジメント冷却板の固定されない端部と前記尾筒との間に弾性板を介することにより、その間をシールしている。

また、前記尾筒の前記インピンジメント冷却板に対向する面に、燃焼ガスの流れ方向から見て左右に渡って複数個の冷却孔を設け、その冷却孔は前記尾筒の中央部のみ複数列に配置されている。

また、複数の前記尾筒にそれぞれ尾筒シールを備え、その尾筒シール同士の対向する端部にそれぞれ突部を設け、その各突部が互いにオーバーラップするようにしている。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施形態に係るガスタービン尾筒の冷却構造を模式的に示す縦断面図である。

図 2 は、本実施形態におけるインピンジメント冷却板を示す平面図である。

図 3 は、燃焼ガスの流れ方向より見た尾筒 1 の、冷却孔 1 e を含む断面図である。

図 4 は、燃焼ガスの流れ方向より見た尾筒 1 の、冷却孔 1 f を含む断面図である。

図 5 は、尾筒 1 の底面を示す図である。

図 6 A 及び 6 B は、インピンジメント冷却板の端部近傍の構造を示す横断面図である。

図 7 は、本実施形態における尾筒シール同士の構造を示す図である。

図 8 は、従来のガスタービン燃焼器を示す全体構成図である。

図 9 は、従来の燃焼器尾筒を出口側から見た斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を図を参照して説明する。但し、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。図 1 は、本発明の一実施形態に係るガスタービン尾筒の冷却構造を模式的に示す縦断面図である。同図は尾筒の出口部分下部近傍の状態を示している。同図において、1 は尾筒、2 は尾筒シール、3 は第一段静翼シュラウドである。尾筒 1 の出口部分下面には、鰐状のリブ 1 a 及び 1 b が下方（ガスタービン内径側）へ向かって延びており、これらの間に溝部 1 c を形成している。

また、断面が略フック形状の尾筒シール 2 は、その一端で鰐状に立ち上がるリブ 2 a が、上記溝部 1 c と嵌合している。一方、尾筒シール 2 の他端には溝部 2 b が形成され、これにタービン側の第一段静翼シュラウド 3 より尾筒側へ延びるリブ 3 a が嵌合している。以上の構造により、尾筒 1 と第一段静翼シュラウド 3 とが尾筒シール 2 により接続されつつシールされている。なお、第一段静翼シュラウド 3 より上方（ガスタービン外径側）へ延びる 3 b は静翼である。

さらに、尾筒 1 の下面（即ちガスタービン内径側の外側）でリブ 1 b の燃焼ガス上流側には、鰐状のリブ 1 d が下方へ向かって延びている。そして、リブ 1 b, 1 d 間には断面が略 L 字状の多孔板であるインピンジメント冷却板 4 が、燃焼ガス流れ方向から見て左右に渡って設置されている。これは、断面における短辺側の一端 a においてリブ 1 b に溶接固定されており、リブ 1 b, 1 d 間に掛け渡された断面における長辺側の他端 b は自由端となっている。即ち、インピンジメント冷却板 4 は片持ち状態で固定されている。また、インピンジメント冷却板 4 の長辺部には、長手方向（紙面に垂直方向）に渡ってインピンジ孔 4 c が 2 列に開けられている。

加えて、インピンジメント冷却板 4 の他端 b の近傍には、尾筒 1 の下面との間にピン 5 が立てられており、これによりインピンジメント冷却板 4 と尾筒 1 との間に所定の隙間が形成されている。一方、インピンジメント冷却板 4 の他端 b の近傍には、下方より断面がフック形状の板バネ 6 が設けられている。これは、下側の一端 c においてリブ 1 d に溶接固定されており、上側の他端 d は自由端となっていて、これがインピンジメント冷却板 4 の他端 b の近傍に、自身の弾性力に

より当接した状態となっている。これにより、例えばリブ 1 d に生じた熱応力がインピンジメント冷却板 4 に及ぶのを回避しつつ、インピンジメント冷却板 4 と尾筒 1 との間に形成されている上記隙間を、リブ 1 d 側で確実にシールすることができる。

また、図示しないが、ピン 5 と板バネ 6 を用いずに、尾筒 1 の下面から突出しているリブ 1 b, 1 d 間において、インピンジメント冷却板 4 をいずれか一つのリブのみに固定した構成としても良い。具体的には、例えば、インピンジメント冷却板 4 をその一端 a においてリブ 1 b に溶接固定し、他端 b は自由端として、自身の弾性力により他端 b がリブ 1 d に当接した状態としても良い。これにより、例えばリブ 1 d に生じた熱応力がインピンジメント冷却板 4 に及ぶのを回避しつつ、インピンジメント冷却板 4 と尾筒 1 との間に形成されている上記隙間を、リブ 1 d 側でシールすることができるので、部品点数を減らし、また製作工数を減らすことが可能となる。

また、尾筒 1 の下面でリブ 1 b, 1 d 間（即ちインピンジメント冷却板 4 に対向する面）には、燃焼ガス下流側に向けて尾筒 1 の下面と所定の角度 α を成すように、燃焼ガス上流側から順に冷却孔 1 e, 1 f が開けられている。これは、冷却孔を尾筒 1 出口中央部のみ 2 列に配置し、周辺部近傍は 1 列に配置することにより、高温となる部分を集中的に冷却するものである。詳しくは後述する。さて、図示しない圧縮機からの圧縮空気は、同図の矢印 A で示すように、インピンジ孔 4 c よりインピンジメント冷却板 4 と尾筒 1 との隙間に一旦入り込み、更に冷却孔 1 e, 1 f から尾筒 1 内に流れ込む。そして、矢印 B で示すように尾筒 1 内壁面に沿って流れ、フィルム冷却を行う。

インピンジメント冷却板 4 は、インピンジ孔 4 c を有することにより、インピンジメント冷却の効果向上に寄与している。また、尾筒 1 に流れ込む冷却空気の流速を適正化し、燃焼ガス内部に勢い良く入り込まないようにして、フィルム冷却効果を高めている。なお、上述した尾筒 1 下面と冷却孔 1 e, 1 f との成す角度 α は、本実施形態では略 30 度となっている。これは、加工性とフィルム冷却効果との兼ね合いにより定められるものであって、この角度に限定されるものではない。

図 2 は、本実施形態におけるインピンジメント冷却板を示す平面図である。本実施形態では、同図のように、インピンジメント冷却板 4 の上面（上記長辺側に相当する面）に、長手方向全長に渡って、2 列で千鳥掛け状にインピンジ孔 4 c が配設されている。これにより、インピンジメント冷却板 4 の全長、全幅に渡ってインピンジメント冷却効果を得られるようにしている。但し、インピンジ孔 4 c の配置は、本実施形態のような構成に限定されるものではない。

図 3～図 5 は、本実施形態における尾筒に開けられた冷却孔の配置状態を示す図である。まず、図 3 は、燃焼ガスの流れ方向より見た尾筒 1 の、冷却孔 1 e を含む断面図である。また、図 4 は、燃焼ガスの流れ方向より見た尾筒 1 の、冷却孔 1 f を含む断面図である。さらに、図 5 は、尾筒 1 の底面を示す図である。同図では燃焼ガスの下流側より向かって右側の配置を主に示している。

これらの図に示すように、冷却孔 1 e, 1 f は、尾筒 1 の下面に各 1 列ずつ左右対称に複数個配置されているが、燃焼ガス上流側の冷却孔 1 e は列の長さが短く、中央部のみの配置となっている。即ち、尾筒出口中央部のみ冷却孔を 2 列に配置し、周辺部近傍は 1 列に配置することにより、高温となる中央部を集中的に冷却する構成となっている。但し、中央部は冷却孔を 2 列に限らずそれ以上の複数列に配置する構成としても良い。

図 6 は、本実施形態におけるインピンジメント冷却板の端部近傍の構造を示す横断面図である。図 6 A は燃焼ガス下流側から見て左側、図 6 B は右側をそれぞれ示している。各図に示すように、インピンジメント冷却板 4 の各端部近傍には、断面が略 S 字状のカバー板 7 が設けられている。これは、上側の一端 e において尾筒 1 に溶接固定されており、下側の他端 f は自由端となっていて、これがインピンジメント冷却板 4 の下面に、自身の弾性力により当接した状態となっている。

これにより、例えばリブ 1 d に生じた熱応力がインピンジメント冷却板 4 に及ぶのを回避しつつ、インピンジメント冷却板 4 と尾筒 1 との間に形成されている上記隙間を、左右両側でシールすることができる。このようなシール構造及び上述したようなリブ 1 d 側におけるシール構造により、圧縮機からの圧縮空気がインピンジ孔 4 c に効率よく導入され、インピンジメント冷却効果が向上する。

図 7 は、本実施形態における尾筒シール同士間の構造を示す図である。同図は

尾筒シールを燃焼ガス下流側から見た様子を示している。同図に示すように、向かって左側の尾筒シール 2 の右端には、溝部 2 c 及び突部 2 d が互いに連続して設けられており、それぞれに対応して嵌合するように、向かって右側の尾筒シール 2 の左端には、突部 2 d 及び溝部 2 c が互いに連続して設けられている。そして、各突部 2 d が互いにオーバーラップするようにして、それぞれ対向する溝部 2 c に嵌合している。

尾筒シール 2 は図示しない燃焼器、ひいては尾筒に対応して複数備えられており、ガスタービンの全周に渡って接続して配設されている。そして、各尾筒シール 2 同士の隙間には、同図に示すようなオーバーラップ構造を備えている。これにより、圧縮機からの圧縮空気が各尾筒シール 2 同士の隙間から漏れ出すことを防止し、冷却空気の無駄な消費を低減して、尾筒出口部分のトータルの冷却効果を向上させている。

以上示したような冷却構造により、従来と比較して尾筒出口中央部で例えば 56～102℃、周辺部で例えば 9～23℃の温度低下が見られ、良好な冷却効果が得られた。

上記の説明により、本発明については様々な修飾や変形をすることが可能であることは明らかである。よって、本発明は、具体的な記述にとらわれることなく、付記した請求の範囲内で実施されるものと解されたい。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、簡単な構成で、尾筒出口部分の冷却効果を向上させることが可能な、ガスタービン尾筒の冷却構造を提供することができる。

請求の範囲

1. 尾筒の出口部分近傍でガスタービン内径側の外側に、尾筒の主流直角方向に二つの突起を設置し、その突起の間に、一つの突起にのみ固定された多孔板を設けたことを特徴とするガスタービン尾筒の冷却構造。

2. 尾筒の出口部分近傍でガスタービン内径側の外側に、片持ちで固定されたインピンジメント冷却板を設け、該インピンジメント冷却板の固定されない端部と前記尾筒との間に弾性板を介することにより、該間をシールして成ることを特徴とするガスタービン尾筒の冷却構造。

3. 請求の範囲 2 に記載のガスタービン尾筒の冷却構造であって、

前記尾筒の前記インピンジメント冷却板に対向する面に、燃焼ガスの流れ方向から見て左右に渡って複数個の冷却孔を設け、該冷却孔は前記尾筒の中央部のみ複数列に配置されて成る。

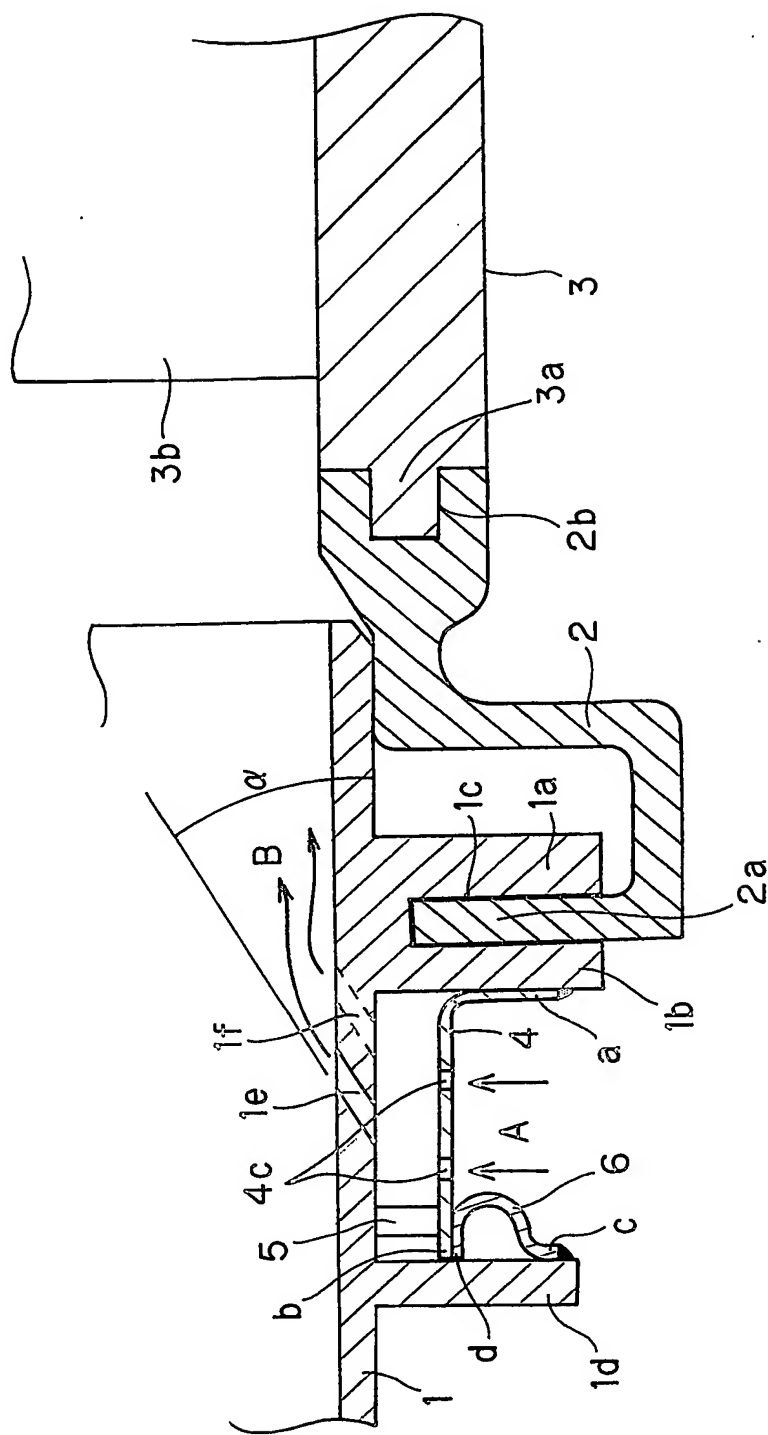
4. 請求の範囲 2 に記載のガスタービン尾筒の冷却構造であって、

複数の前記尾筒にそれぞれ尾筒シールを備え、該尾筒シール同士の対向する端部にそれぞれ突部を設け、該各突部が互いにオーバーラップするようにして成る。

5. 請求の範囲 3 に記載のガスタービン尾筒の冷却構造であって、

複数の前記尾筒にそれぞれ尾筒シールを備え、該尾筒シール同士の対向する端部にそれぞれ突部を設け、該各突部が互いにオーバーラップするようにして成る。

1
2
3
4
5



2/9

FIG.2

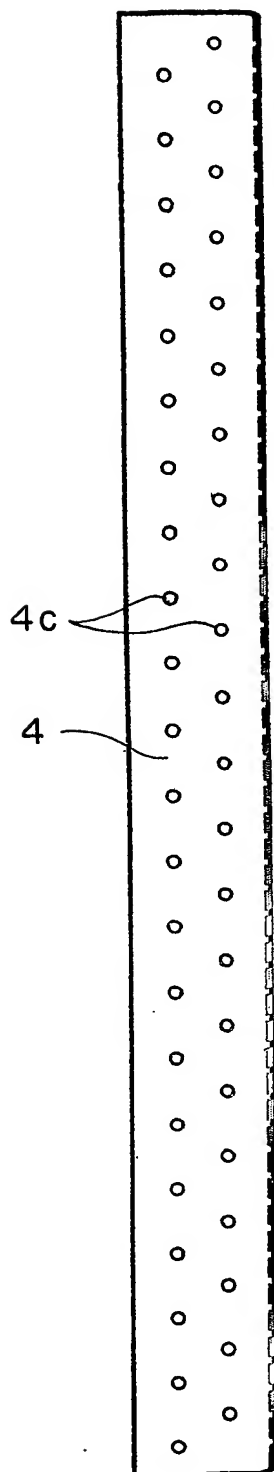
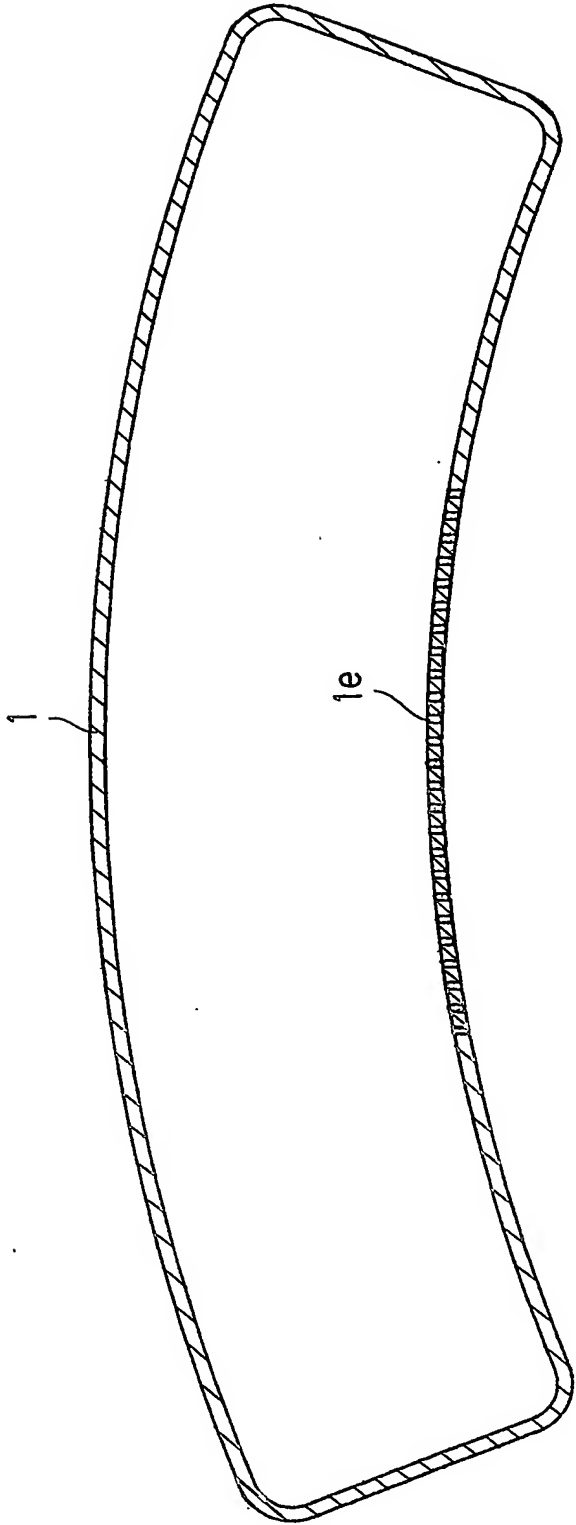


FIG. 3



4/9

FIG.4

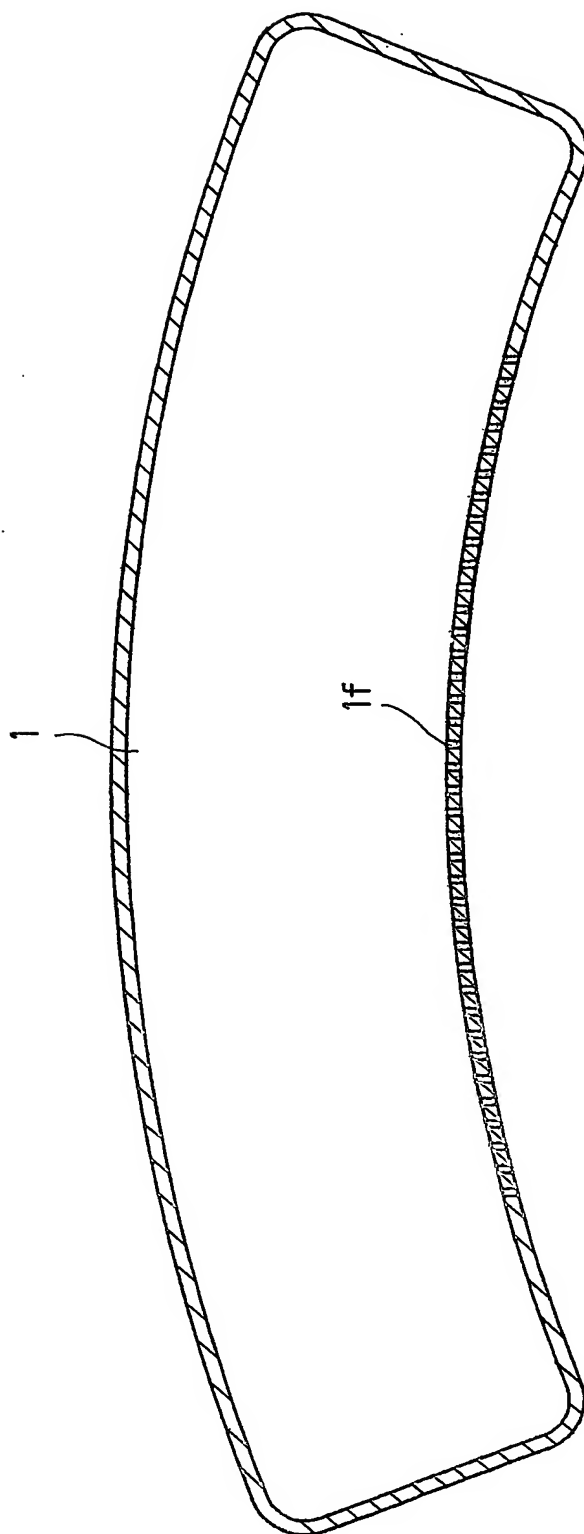


FIG.5

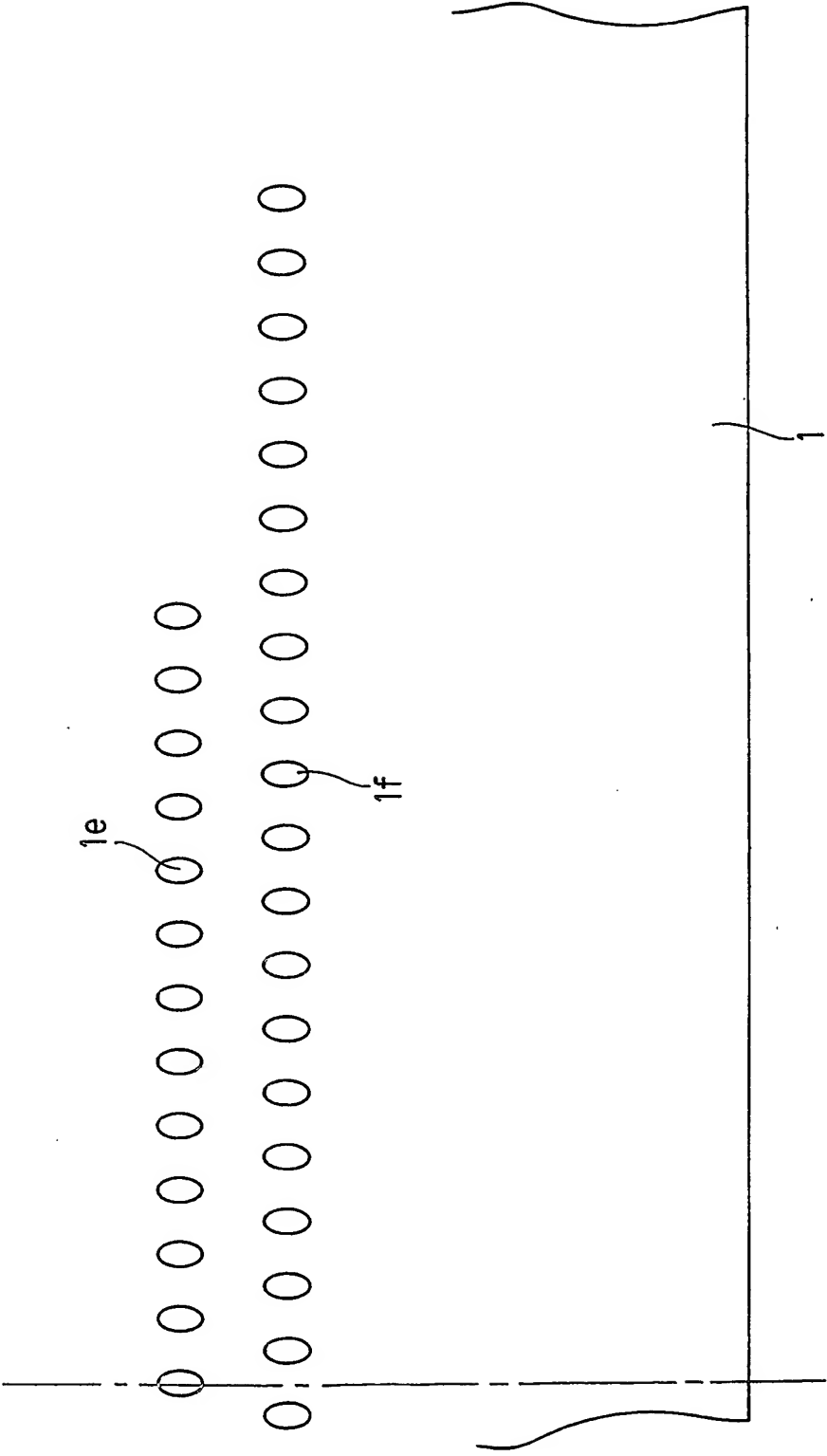


FIG.6B

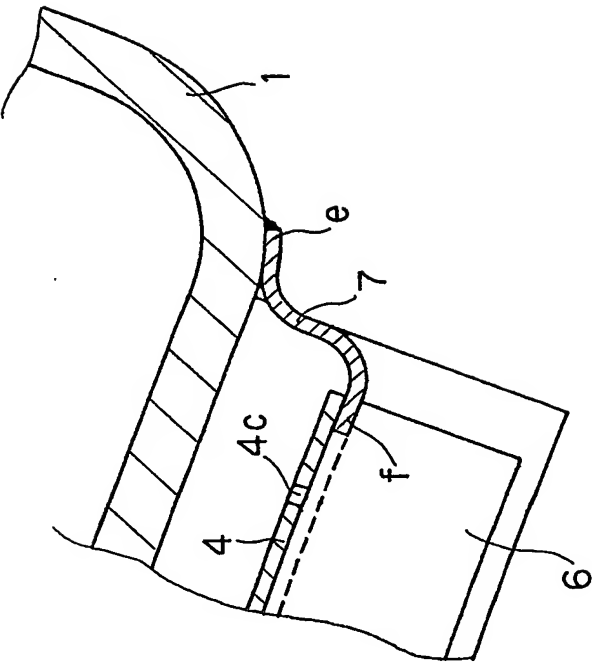


FIG.6A

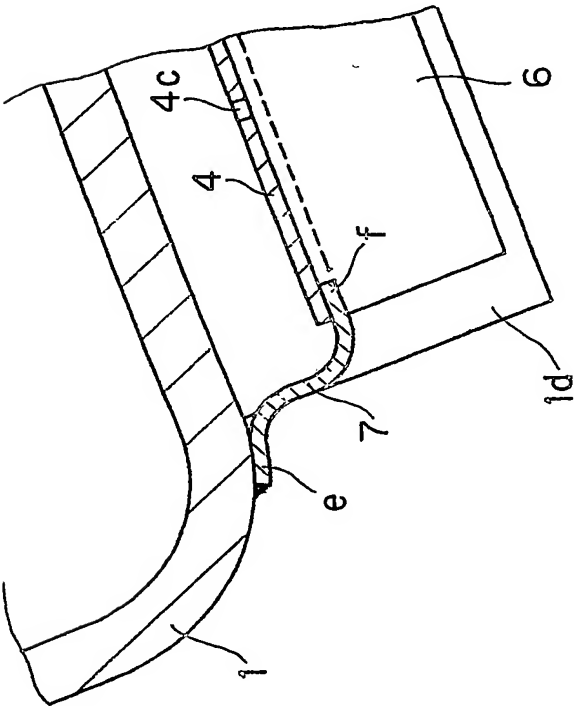


FIG.7

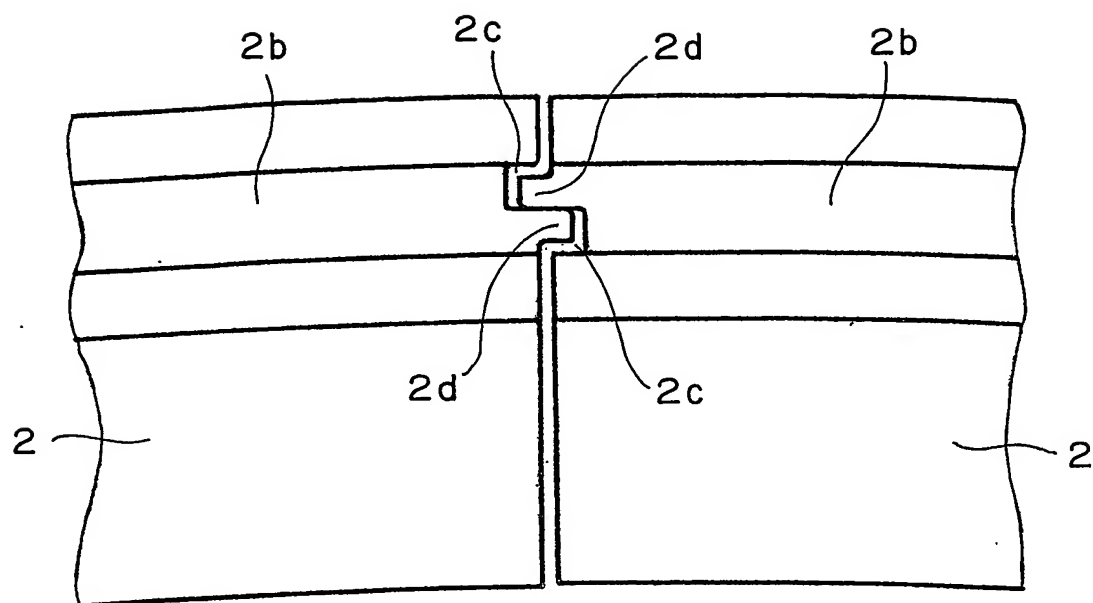


FIG.8

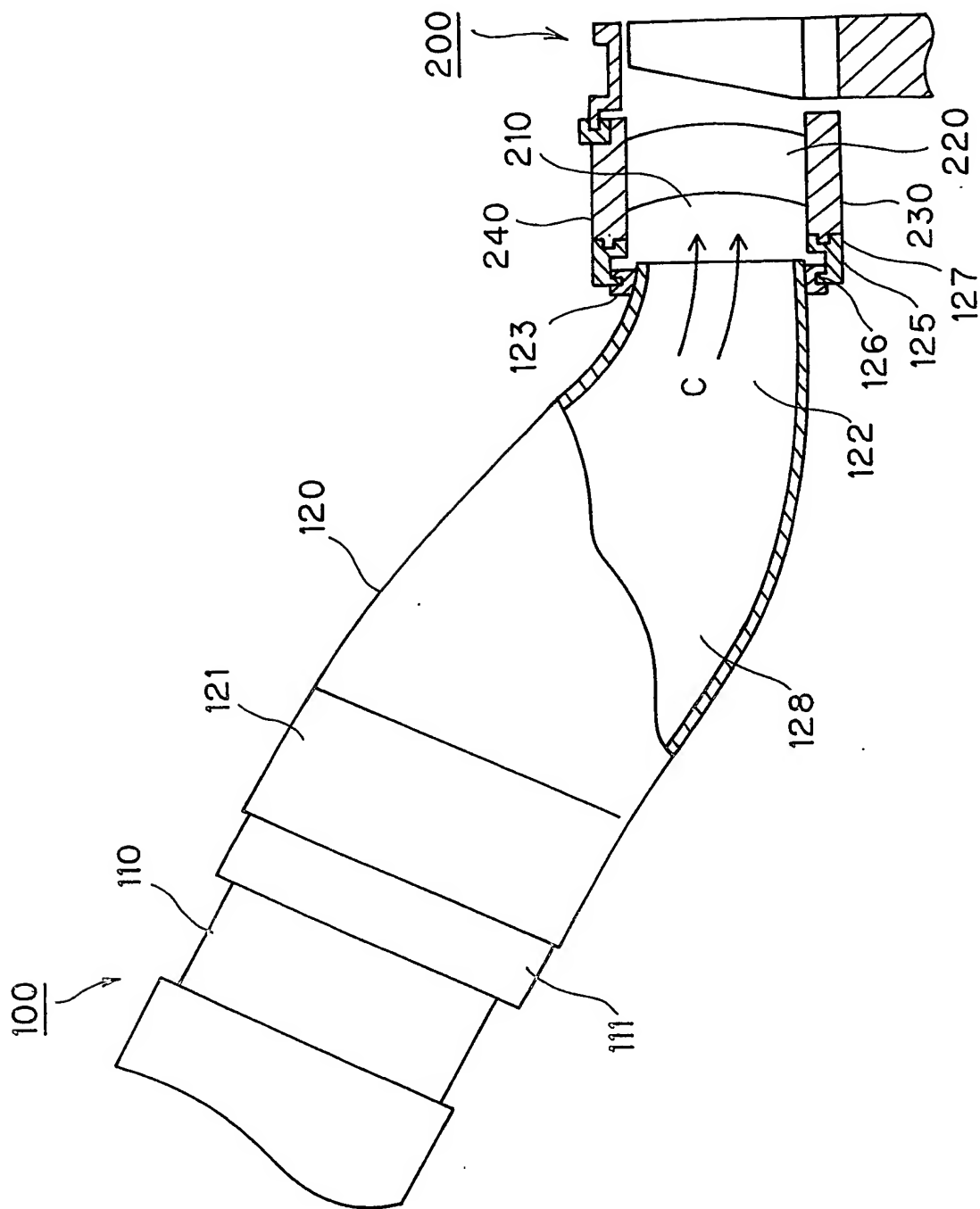
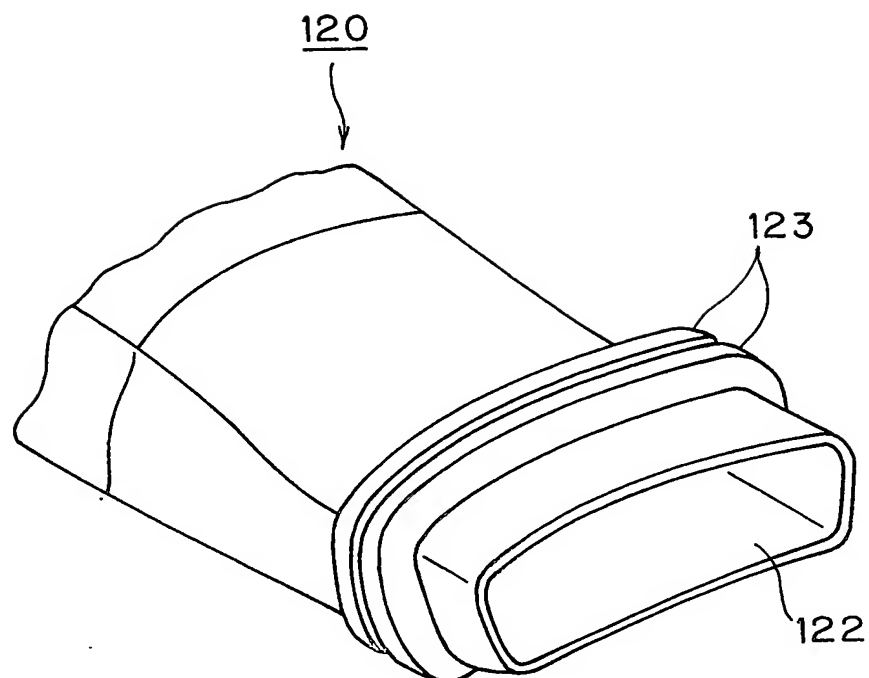


FIG.9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

JP03/16484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ F23R3/42, F02C7/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F23R3/42, F02C7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2004 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2004 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2004 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| Y | JP 2003-65071 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 March, 2003 (05.03.03), Fig. 1 (Family: none) | 1-5 |
| Y | JP 63-80021 A (Hitachi, Ltd.), 11 April, 1988 (11.04.88), Full text (Family: none) | 1-5 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
27 February, 2004 (27.02.04)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2004 (16.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F23R3/42, F02C7/18

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl⁷ F23R3/42, F02C7/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2004年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2004年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2004年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| Y | J P 2003-65071 A (三菱重工業株式会社) 2003.03.05, 図1 (ファミリーなし) | 1-5 |
| Y | J P 63-80021 A (株式会社日立製作所) 1988.04.11, 全文 (ファミリーなし) | 1-5 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.02.2004

国際調査報告の発送日

16.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

植村 貴昭

3 T

3019

電話番号 03-3581-1101 内線 3355